



EVALUASI KINERJA DAN *REVIEW* PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH NON TOKSIK RUMAH SAKIT X

Muzdalifah Nur Jannah
3311100053

Dosen pembimbing : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc
Dosen co-pembimbing : Ir. Didik Bambang S, MT

LATAR BELAKANG

KEP. GUB JATIM 72/2013

- BOD5 30 mg/L
- COD 80 mg/L
- NH3 bebas 0,1 mg/L
- PO4 2 mg/L

Kualitas air limbah Rumah Sakit X

BOD sebesar 36,5 mg/L

COD 108,9 mg/L

PO4 sebesar 35,8 mg/L

NH3 bebas sebesar 0,54 mg/L

BELUM
MEMENUHI

Kinerja IPAL
belum
optimal

Evaluasi
Kinerja

Review
Perencanaan

Unit IPAL
tidak
efisien dan
efektif

RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana kinerja unit pengolahan biologis Rumah Sakit X dalam meremoval bahan organik?
2. Bagaimana review perencanaan unit IPAL Rumah Sakit X yang belum efisien dan efektif?
3. Bagaimana rencana pembiayaan dari IPAL Rumah Sakit X yang belum efisien dan efektif?

TUJUAN PERENCANAAN

1. Mengevaluasi tingkat efisiensi dan efektivitas pengolahan biologis Rumah Sakit X dalam meremoval bahan organik
2. Mengevaluasi sistem IPAL Rumah Sakit X berdasarkan kriteria desain
3. Merencanakan BOQ dan RAB IPAL Rumah Sakit X yang direncanakan ulang

TINJAUAN PUSTAKA

Klasifikasi air
limbah Rumah
Sakit

Limbah non medis

Toilet

Dapur

Laundry

Limbah medis

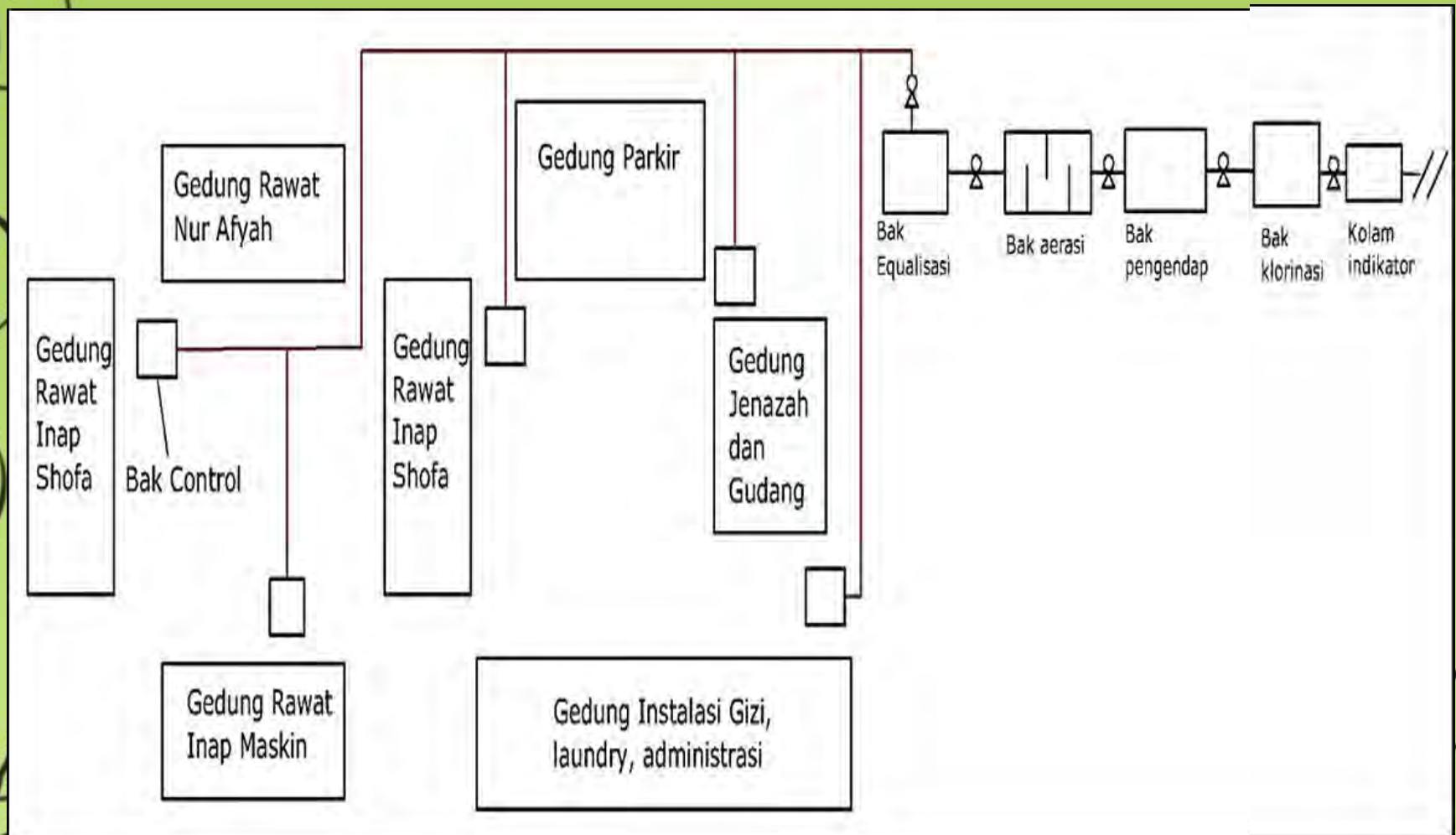
Laboratorium

Ruang
operasi

Kegiatan
klinis

(Said, 2001; Subekti, 2011)

SUMBER AIR LIMBAH IPAL NON TOKSIK



EVALUASI KINERJA IPAL

1. Hasil Analisis Air Limbah Non Toksik IPAL

Karakteristik Fisik

Karakteristik Kimiawi

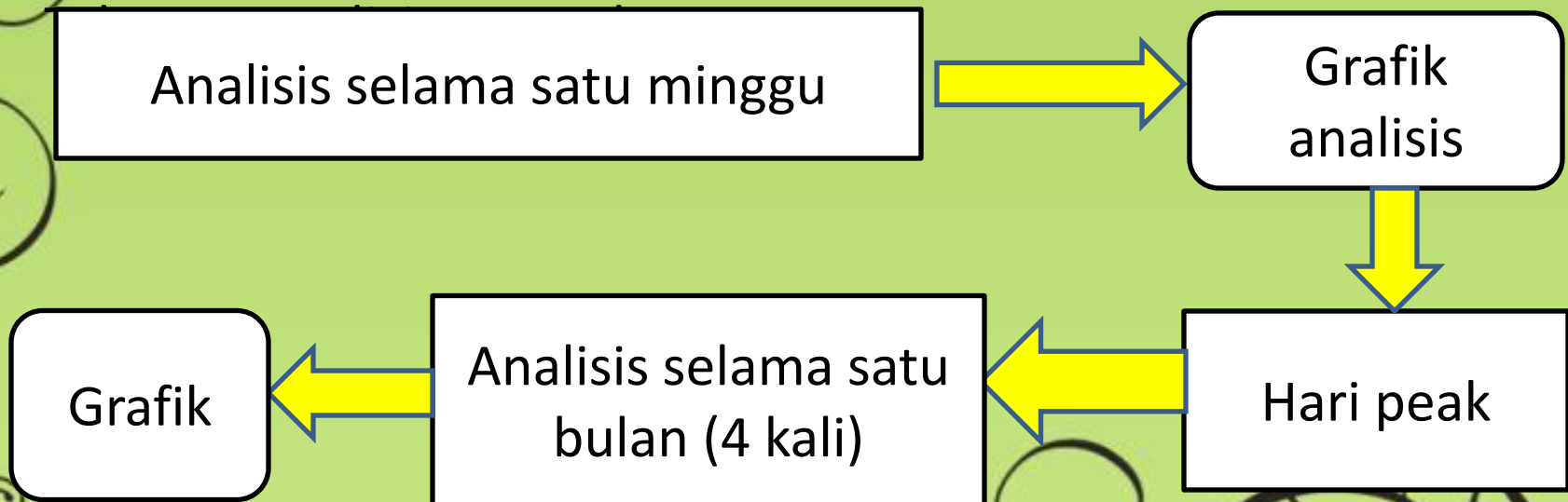
Karakteristik Fisik

a. Suhu

Tanggal	Suhu (°C)				
	influen equalisasi	influen aerasi	efluen aerasi	efluen BP	Efluen klorinasi
19 maret 2015	28	28	28	28	28
2 april 2015	27	25	25	25	25
9 april 2015	27	25	25	25	25
15 april 2015	28	26	26	26	26
Rata-rata	28	26	26	26	26

Karakteristik Kimiawi

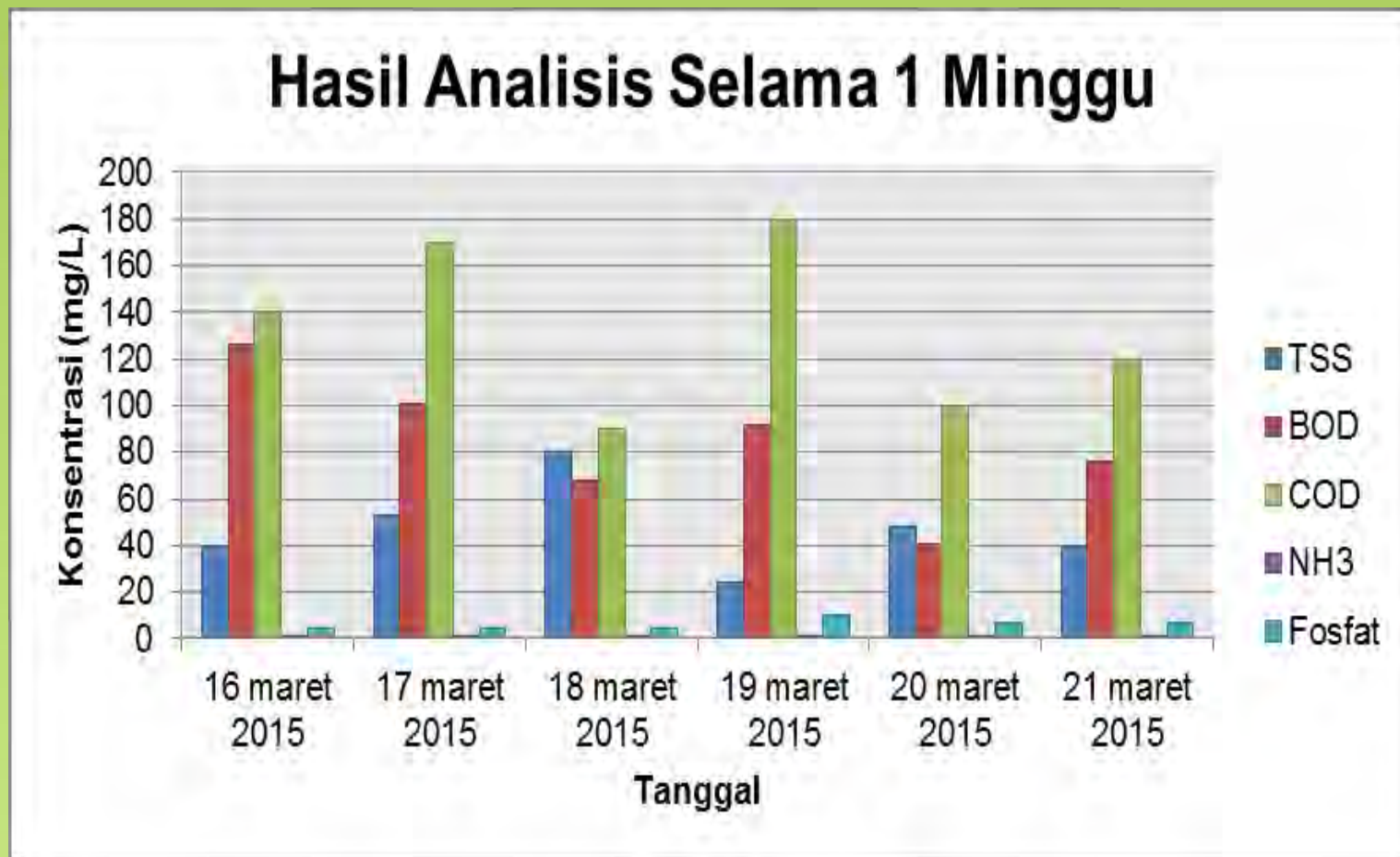
- Dilakukan pengukuran pH dan 5 uji laboratorium (COD, BOD, PO4 dan NH3)
- Dilakukan pada Lab Pemulihan air Teknik Lingkungan ITS



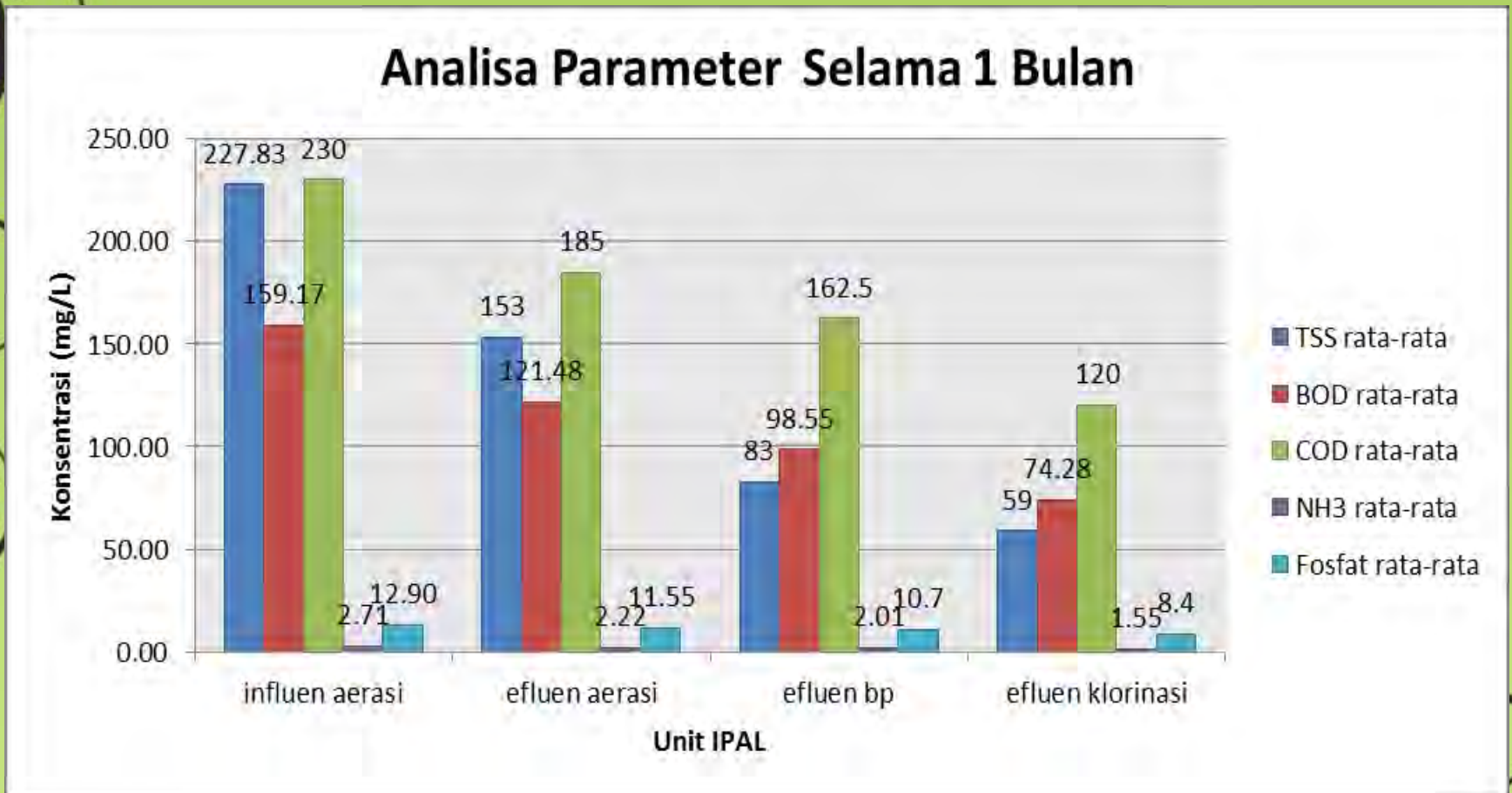
• Pengukuran pH

Tanggal	pH			
	influen aerasi	efluen aerasi	efluen BP	Efluen klorinasi
19 maret 2015	7.4	7.3	7.4	7.4
2 april 2015	7.9	7.8	7.7	7.8
9 april 2015	7.1	7.5	7.6	7.6
15 april 2015	7.3	7.3	7.3	7.3
Rata-rata	7.5	7.5	7.5	7.5

Grafik Hasil analisis 1 minggu

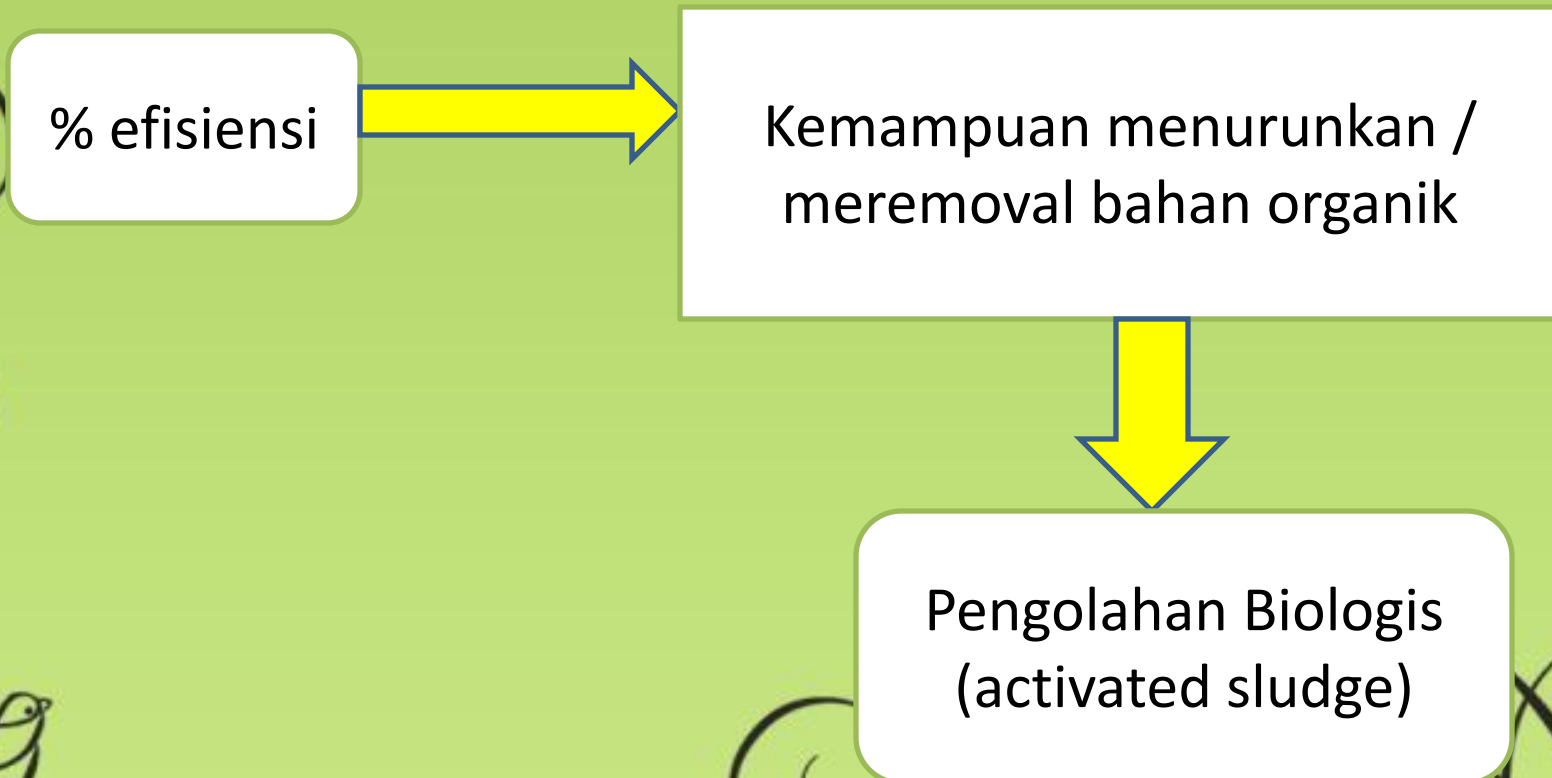


Grafik hasil analisis satu bulan



% Efisiensi Kinerja IPAL

Skema penentuan % efisiensi



Hasil Efisiensi (%)

Parameter	Konsentrasi rata-rata (mg/L)		Efisiensi	Standar efisiensi
	Influen aerasi	Efluen bak pengendap		
TSS	227,83	83	64%	50-65%
COD	230	162,5	29%	85-90%
BOD	156,38	105,37	26,13%	85-90%
NH3	2,71	2,01	26%	85-90%
PO4	12,9	10,7	13%	85-90%

Rasio BOD/COD

Tanggal	Influen aerasi	efluen aerasi	efluen pengendap	Efluen klorinasi	Rasio Ideal	Keterangan
19 maret 2015	0,99	0,77	0,97	0,90	0,5-1	limbah biodegradable
2-Apr-15	0,50	0,71	0,77	0,86		limbah biodegradable
9-Apr-15	0,39	0,47	0,50	0,47		limbah biodegradable
16-Apr-15	0,85	0,69	0,52	0,79		limbah biodegradable
Rata-rata	0,68	0,66	0,69	0,76		limbah biodegradable

Pengolahan secara biologis sesuai dengan jenis air limbah yang diolah (biodegradable)

Rasio BOD:N:P

Tanggal	Konsentrasi (mg/L)			Rasio		
	BOD	N	P	BOD	N	P
19 maret 2015	197,31	0,94	10,36	19,05	0,091	1
2-Apr-15	80,78	0,80	14,43	5,60	0,055	1
9-Apr-15	109,47	6,89	12,67	8,64	0,544	1
16-Apr-15	237,97	2,20	14,13	16,84	0,155	1
rata-rata	156,38	2,71	12,90	12,13	0,210	1

- Rasio ideal BOD:N:P adalah 100:5:1
- Nutrien (N dan P) pada influen bak aerasi tidak mencukupi

DEBIT AIR LIMBAH (m³/Hari)

- Tahapan penentuan debit

Menentukan hari
peak debit

Pengukuran flowmeter
selama 1 minggu

Debit peak =
Debit desain
78,47 m³/hari

Debit rata-rata
55 m³/hari

Pengukuran debit

Hari, Tanggal	Debit (m ³ /hari)
Senin, 16 maret 2015	69,49
Selasa, 17 maret 2015	47,39
Rabu, 18 maret 2015	50,13
Kamis, 19 maret 2015	47,25
Jumat, 19 maret 2015	78,47
Sabtu, 20 maret 2015	50,14
Minggu, 21 maret 2015	41,48

Hasil Pengukuran Debit



Beban air limbah masuk

- Perhitungan

Beban

$$= \text{Debit (m}^3/\text{hari)} \times \text{C BOD in}$$

- $= 78,47 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,156 \text{ kg/m}^3$
- $= 12,24 \text{ kg BOD/hari}$

Perencanaan IPAL Rumah Sakit X dirancang hingga debit maksimum 200 m³/hari dan konsentrasi BOD mencapai 0,75 kg/m³ sehingga beban 150 kg BOD/hari (Spesifikasi Teknis IPAL AS Rumah Sakit X).

MASS BALANCE

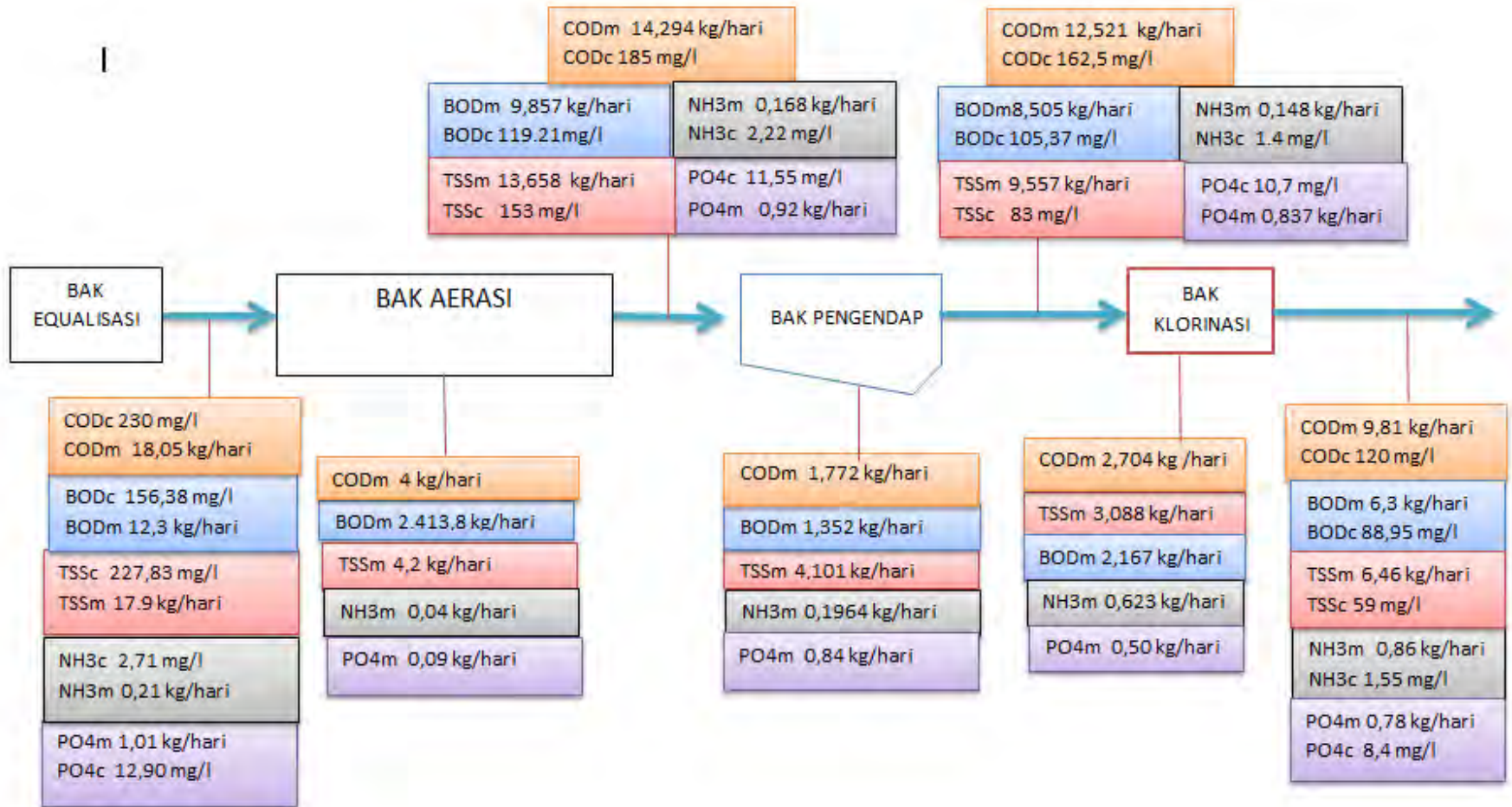
Kondisi eksisting

- Konsentrasi rata-rata tiap parameter
- % efisiensi rata-rata tiap parameter
- Tidak terdapat resirkulasi lumpur

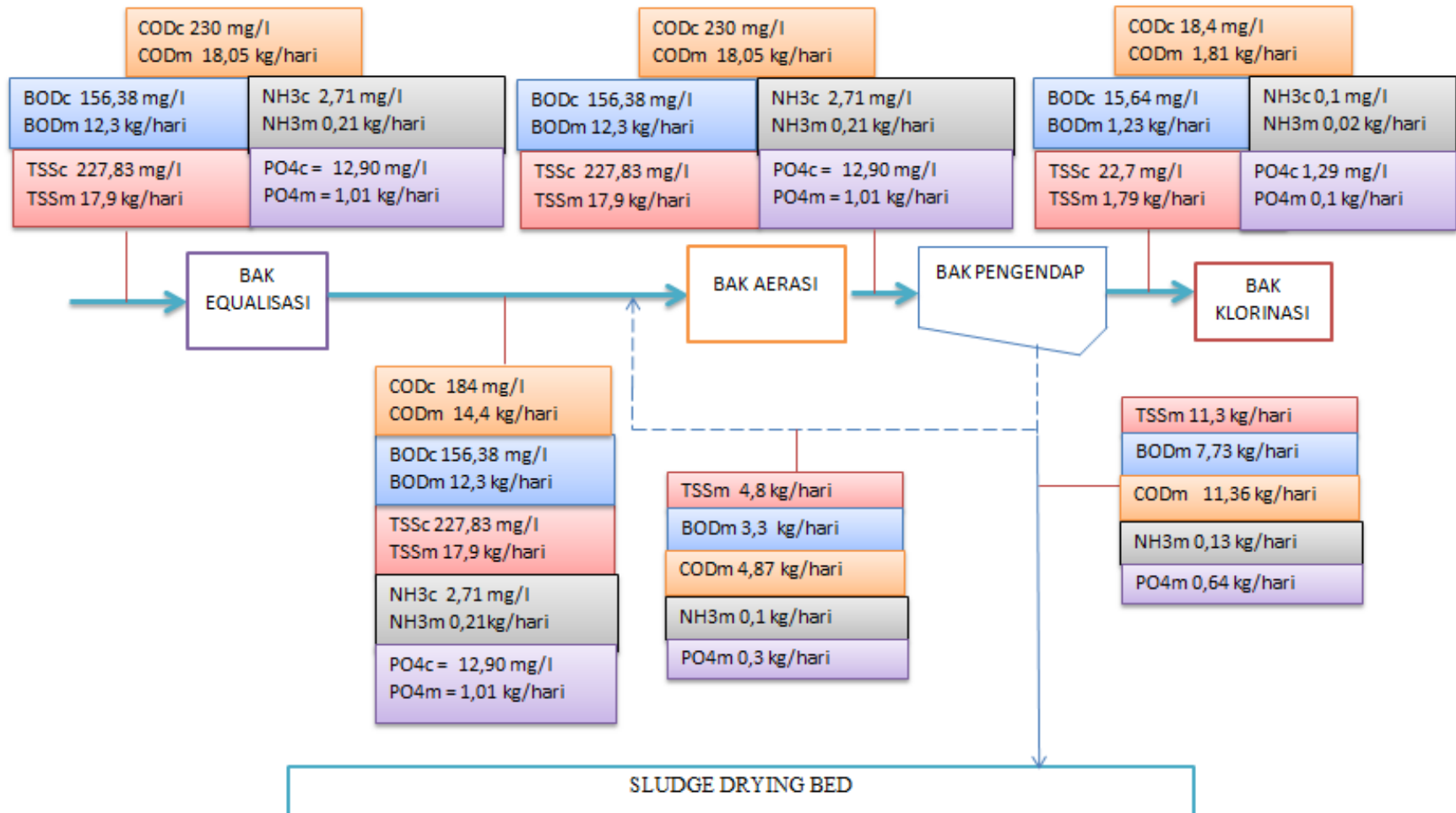
Kondisi ideal

- Konsentrasi rata-rata tiap parameter
- % efisiensi sesuai literatur sebesar 90%
- Terdapat resirkulasi lumpur ditetapkan sebesar 30%

MASS BALANCE EKSISTING



MASS BALANCE IDEAL



Bak Equalisasi

1. Menampung air limbah yang berasal dari bak control tiap gedung
2. Terdapat pipa influen, pompa submersible dan pipa efluen menuju bak aerasi
3. Dimensi bak equalisasi 2 m³



Hasil Review Desain

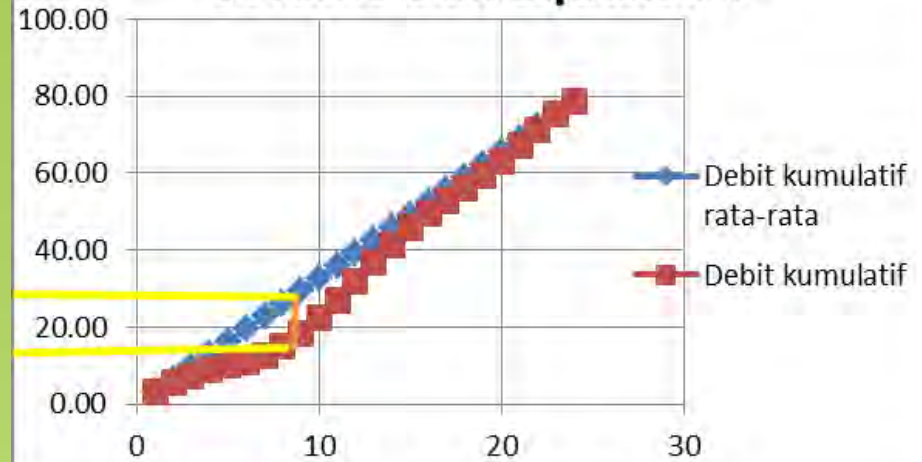
Uraian	Kondisi eksisting	Kriteria desain	Keterangan	Rekomendasi
Waktu detensi (td)	36,7 menit	4-8 jam	Tidak sesuai kd	Direncanakan ulang untuk dimensi bak equalisasi sesuai td
Tinggi (m)	2 m	1,5 - 2 m	Sesuai kd	
Mixer	Tidak ada	Jangkauan mixer 1/2-2/3 kedalaman	Tidak sesuai kd	Direncanakan adanya surface aerator

Uraian	Kondisi eksisting	Spesifikasi	Keterangan	Rekomendasi
Pompa submersible				
Q pompa				
Q peak: 78.47 m3/hari	0,054 m3/menit	Kapasitas 0,5 m3/menit	masih memenuhi	
Q maks : 200 m3/hari	0,139 m3/menit			
Beban air limbah (rasio peak/min)	2,9	< 1	tidak sesuai KD	Direncanakan adanya surface aerator
PIPA				
v pipa inlet	0,2 m/s	0,3-2 m/s	tidak sesuai KD dengan ukuran pipa 80 mm	ukuran pipa diperkecil menjadi 50 mm maka v pipa adalah 0,5 m/s

Rekomendasi Bak Equalisasi

Jam	% pengguna an air bersih	Q air bersih (m ³ /jam)	Q air limbah (/jam)	Debit kumulatif (m ³ /jam)	Debit kumulatif rata-rata (m ³ /jam)
1	4,0%	4,484	3,14	3,14	3,27
2	3,0%	3,363	2,35	5,49	6,54
3	2,4%	2,690	1,88	7,38	9,80
4	1,8%	2,018	1,41	8,79	13,07
5	1,41%	1,581	1,11	9,90	16,34
6	1,40%	1,569	1,10	10,99	19,61
7	2,00%	2,242	1,57	12,56	22,88
8	3,20%	3,587	2,51	15,07	26,14
9	4,20%	4,708	3,30	18,37	29,41
10	5,00%	5,605	3,92	22,29	32,68
11	5,70%	6,390	4,47	26,77	35,95
12	6,2%	6,950	4,87	31,63	39,22
13	6,40%	7,174	5,02	36,65	42,48
14	6,1%	6,838	4,79	41,44	45,75
15	5,50%	6,166	4,32	45,76	49,02
16	4,6%	5,157	3,61	49,37	52,29
17	4,30%	4,820	3,37	52,74	55,56
18	4,20%	4,708	3,30	56,04	58,82
19	4,24%	4,753	3,33	59,36	62,09
20	4,80%	5,381	3,77	63,13	65,36
21	5,10%	5,717	4,00	67,13	68,63
22	5,30%	5,941	4,16	71,29	71,89
23	5,00%	5,605	3,92	75,21	75,16
24	4,10%	4,596	3,22	78,43	78,43

Volume Bak Equalisasi



$$29,41 \text{ m}^3/\text{jam} - 16,34 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 13,07 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Volume} = 13,07 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam}$$

$$= 13,07 \text{ m}^3$$

Dimensi bak equalisasi direncanakan:

Panjang = 3 m

Lebar = 2,5 m

Tinggi = 2 m

Volume menjadi = 15 m³

$$\begin{aligned} T_d &= 78,47 \text{ m}^3/\text{hari} / 15 \text{ m}^3 \\ &= 0,19 \text{ hari} = 5 \text{ jam (Ok)} \end{aligned}$$

B. Merencanakan Surface Aerator

kelarutan oksigen dalam air (28°C) (C _{sw})	7,92	mg/L
kelarutan oksigen di udara (30°C) (C' _{sw})	7,63	mg/L
β (tegangan permukaan salinitas)	0,9	
C (konsentrasi DO minimum yang dipertahankan)	2	mg/L
a (faktor koreksi transfer oksigen antara (0,8-0,9))	0,85	
f (proporsional faktor)	0,5	
Temperatur rata-rata ambien	30	°C
temperatur rata-rata air limbah	28	°C
Q	78,47	m ³ /hari
Fa (faktor koreksi oksigen untuk ketinggian)	$1 - \frac{2m}{9450}$	
	0,99	
Kebutuhan Oksigen Teoritis	0,85	
SOR		
$\frac{Ro}{\left(\frac{C'_{sw} \beta Fa - C}{C_{sw}}\right)(1,024)^{T-20} \alpha}$	1,43	kg O ₂ /jam

Spesifikasi :

Tipe : SFA – 02

Transfer rate : 3 kg O₂/jam

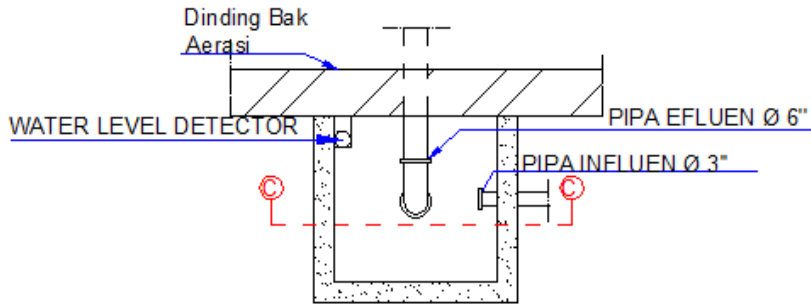
Diameter mixing area : 2 -2,5 m

Kedalaman mixing area

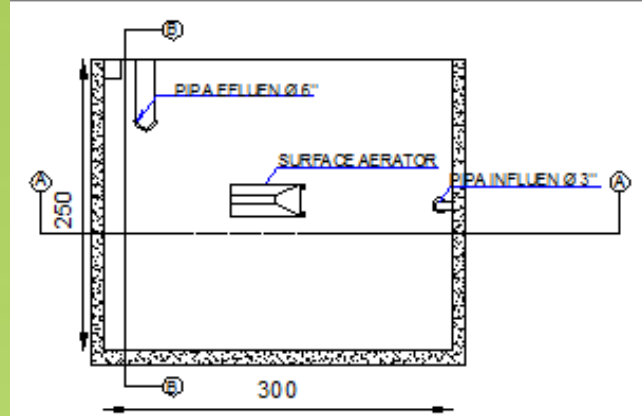
: 1,5 m- 2 m

Pumping rate : 5 m³/min

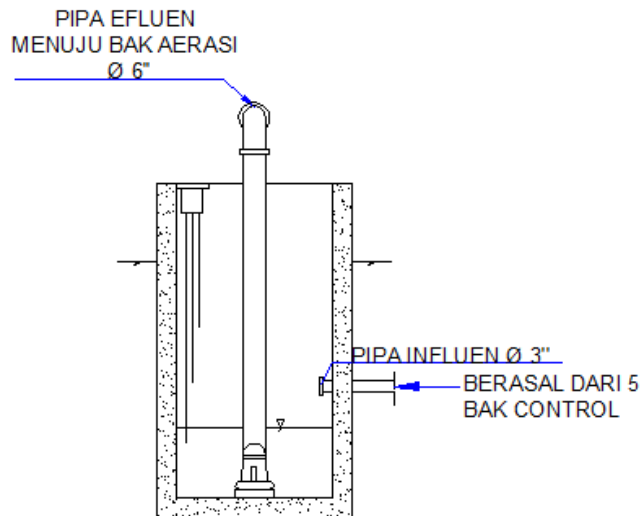
Gambar Bak Equalisasi



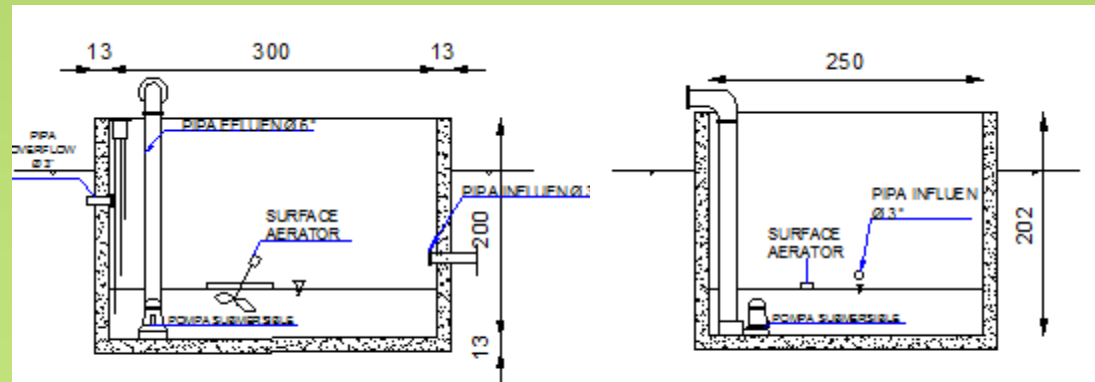
DENAH BAK EQUALISASI KONDISI
EKSISTING



DENAH BAK EQUALISASI BARU



POTONGAN C-C



POTONGAN A-A

POTONGAN B-B

KONDISI EKSISTING

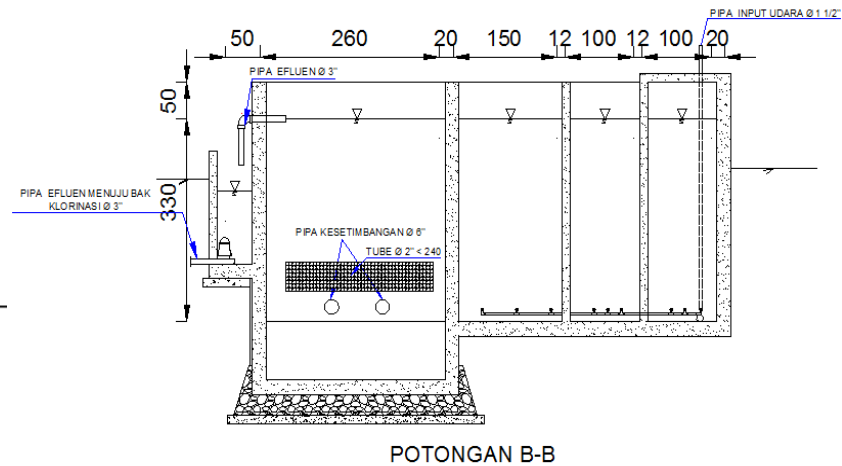
EQUALISASI RENCANA

Bak Aerasi

- Sistem step feed aeration
- Reaktor dibagi menjadi 3 sekat
- Kebutuhan udara menggunakan diffuser berjumlah 99 buah berukuran 2 mm dengan 2 blower sebagai pemasok udara diffuser
- Volume bak aerasi 101 m³



KONDISI EKSISTING

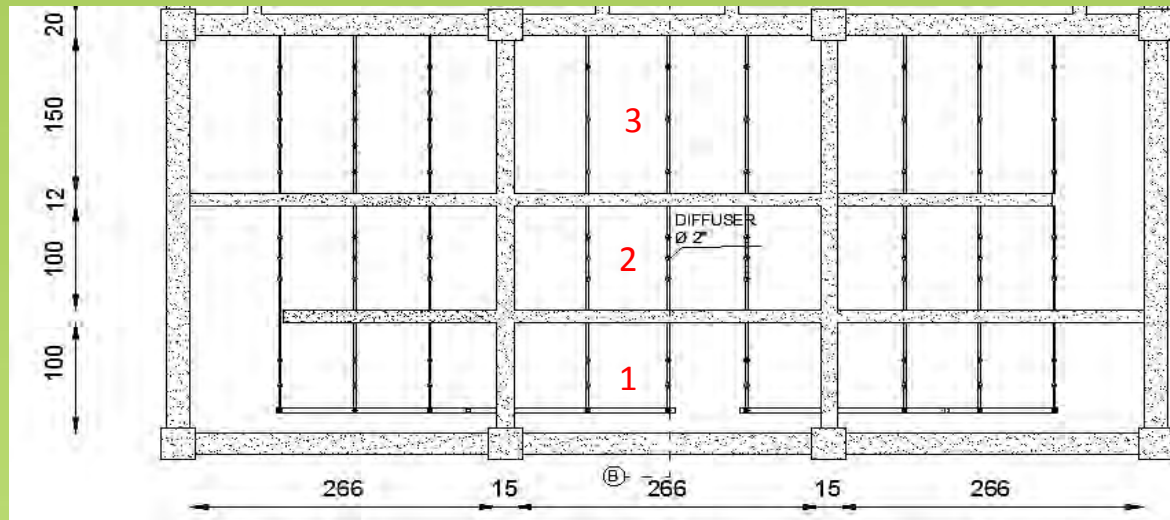


Hasil Review Desain

Tabel 5.15 Review Desain Bak Aerasi Kondisi Eksisting

Uraian	Kondisi eksisting	Kriteria desain	Keterangan	Rekomendasi
HRT	31,2 jam	3-10 jam	tidak sesuai KD	<ul style="list-style-type: none"> Menerapkan kondisi 1 stage pada bak aerasi sehingga HRT menjadi 8,2 jam
F/M rasio	0,8	0,2-0,4	tidak sesuai KD	<ul style="list-style-type: none"> Menerapkan sistem resirkulasi lumpur sebesar 30% Menutup saluran efluen aerasi agar MLSS yang seharusnya ada pada bak aerasi tidak masuk ke bak pengendap dengan menutup saluran efluen aerasi dan diganti dengan merencanakan pipa efluen 75 mm atau 2 ½" sehingga nilai MLSS dapat memenuhi kriteria desain
Organik loading rate	0,12kg/m ³ .hari	0,4-1 kg/m ³ .hari	tidak sesuai KD	<ul style="list-style-type: none"> Menerapkan kondisi 1 stage pada bak aerasi diperoleh OLR sebesar 0,45 kg/m³.hari
SRT	2 hari	5-15 hari	tidak sesuai KD	<ul style="list-style-type: none"> Menerapkan kondisi 1 stage pada bak aerasi diperoleh SRT selama 6 hari
MLSS	227,83 mg/L	2000-3500 mg/L	tidak sesuai KD	<ul style="list-style-type: none"> Menutup saluran efluen aerasi agar MLSS yang seharusnya ada pada bak aerasi tidak masuk ke bak pengendap dengan menutup saluran efluen aerasi dan diganti dengan merencanakan pipa efluen 75 mm atau 2 ½" sehingga nilai MLSS dapat memenuhi kriteria desain Menerapkan sistem resirkulasi lumpur sebesar 30%
Rasio resirkulasi	-	25%-50%	tidak sesuai KD	<ul style="list-style-type: none"> Menerapkan sistem resirkulasi lumpur sebesar 30% menuju bak aerasi

- Rekomendasi stage pada bak aerasi

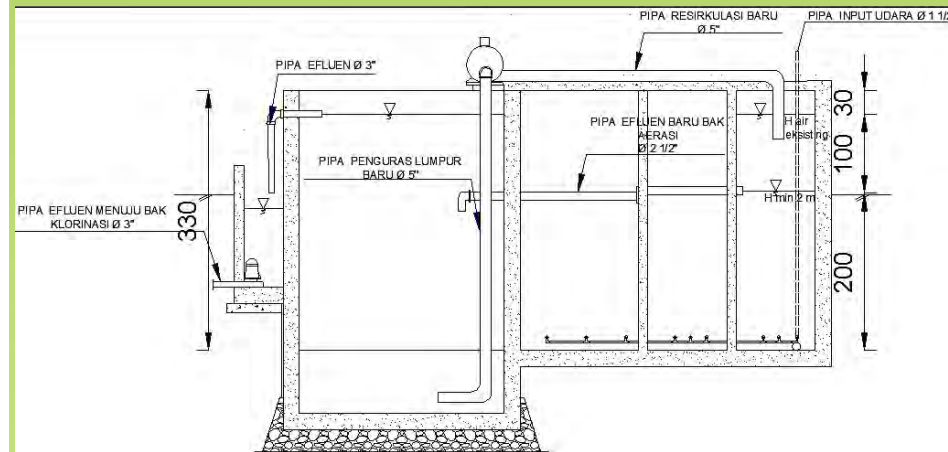
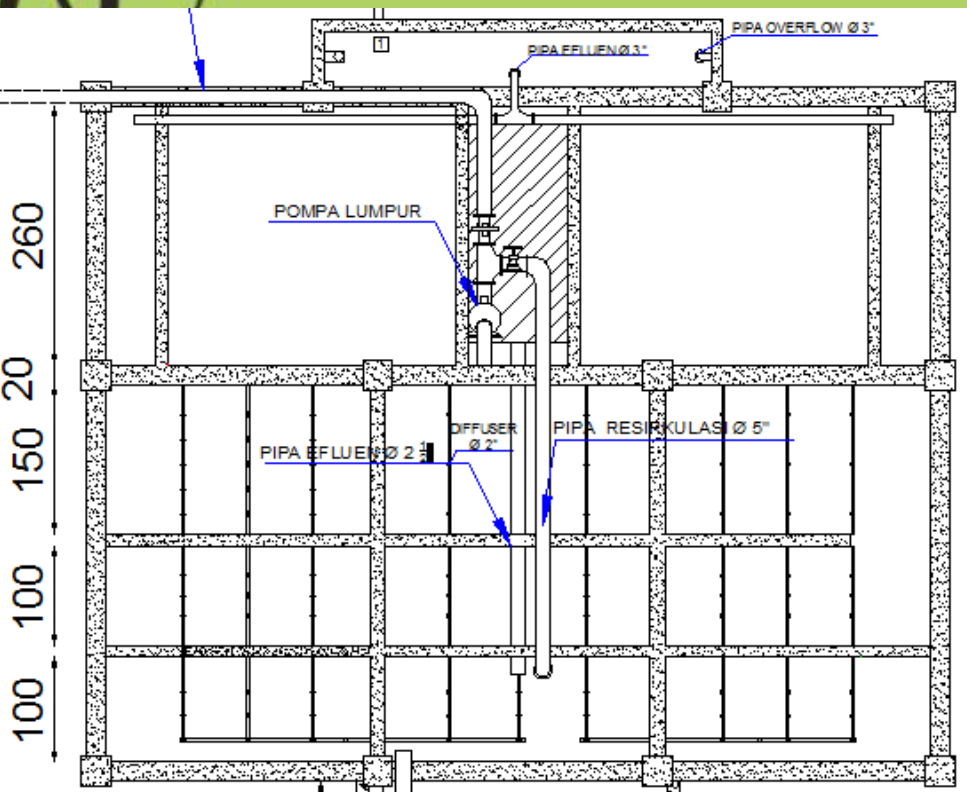


Tabel 5.14 Hasil Rangkuman Rekomendasi Stage Bak Aerasi Pada Kondisi Ideal

Uraian	Kriteria Desain	1 Stage		2 Stage		3 Stage	
		Hasil Hitungan	Keterangan	Hasil Hitungan	Keterangan	Hasil Hitungan	Keterangan
HRT	3-10 jam	8,2 jam	memenuhi KD	16 jam	Tidak memenuhi KD	31,2 jam	Tidak memenuhi KD
F/M rasio	0,2-0,4	0,35	memenuhi KD	1,4	Tidak memenuhi KD	0,09	Tidak memenuhi KD
Organik loading rate	0,4-1 kg/m ³ .hari	0,45 kg/m ³ .hari	memenuhi KD	0,22 kg/m ³ .hari	Tidak memenuhi KD	0,12 kg/m ³ .hari	Tidak memenuhi KD
SRT	5-15 hari	5 hari	memenuhi KD	10 hari	Memenuhi KD	19 hari	Tidak memenuhi KD

Rekomendasi

- Pipa Efluen direncanakan terdapat 1 pipa
- Direncanakan pipa berukuran 75 mm atau 2 ½"



BAK PENGENDAP

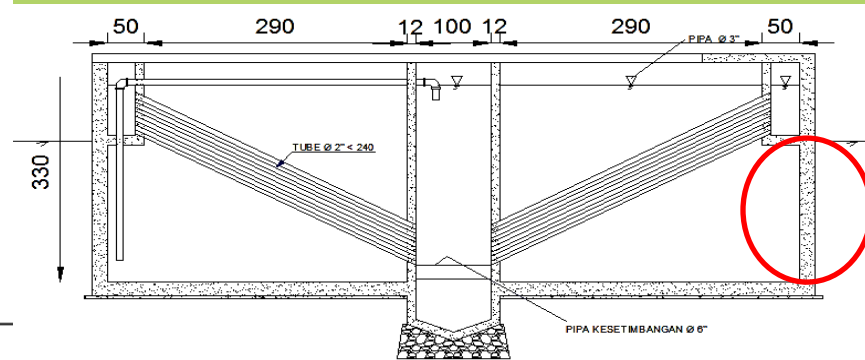
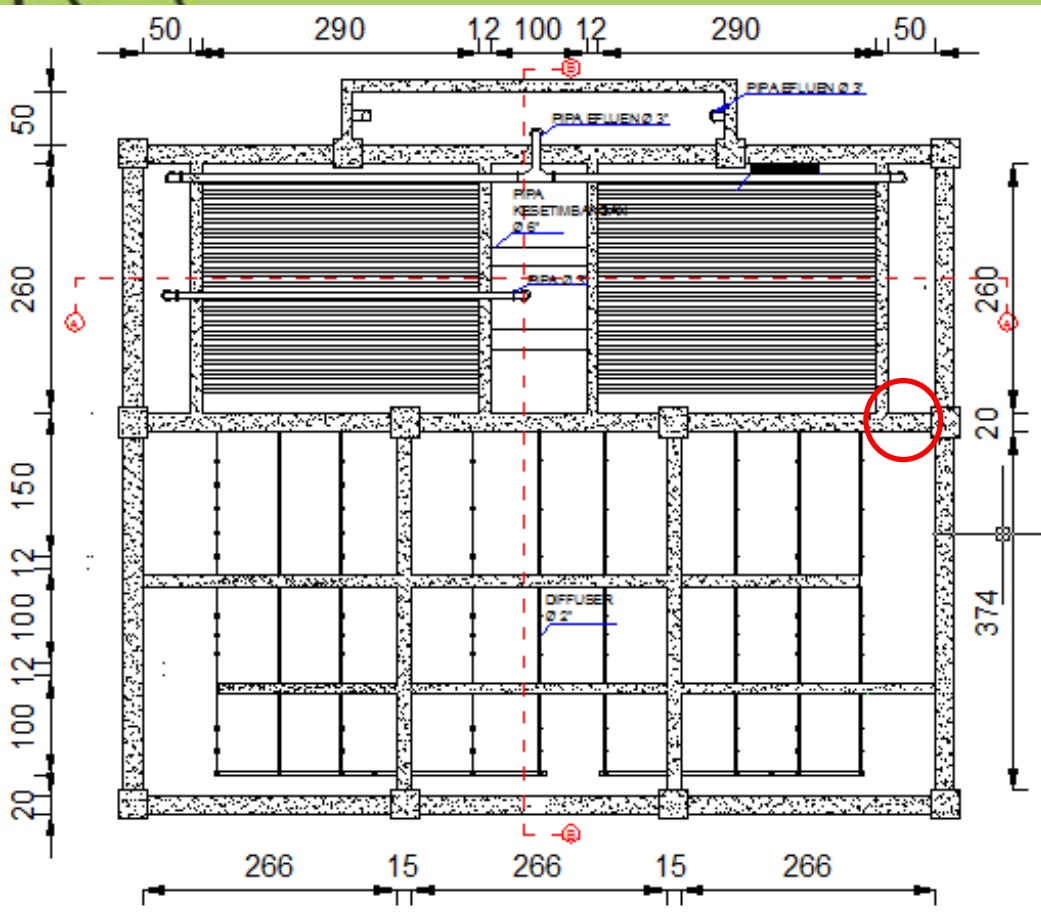
- Terdapat tube settler dengan yang terletak pada dua bak pengendap yang berfungsi untuk membantu proses pengendapan
- Terdapat saluran outlet yang menampung efluen dari bak pengendap
- Dimensi :
 - Panjang = 8,3 m
 - Lebar = 2,6 m
 - Tinggi = 3,3 m
 - Volume bak pengendap : 71 m³

DOKUMENTASI



7/27/2015

GAMBAR BAK PENGENDAP



POTONGAN A-A

Review Desain sesuai Kriteria Desain

Uraian	Kondisi eksisting	Kriteria desain	Keterangan	Rekomendasi
Tinggi	3,3 m	3-6 m	Sesuai kd	
Td	24 jam	1,5-2 jam	Tidak sesuai kd	<p>Memperbaiki desain tube settler yang berfungsi untuk mempercepat waktu pengendapan dan membantu proses pengendapan dengan cara mengganti desain tube settler eksisting dengan desain tube settler sesuai dengan SNI 6773-2008 dengan spesifikasi: Jumlah modul : 33 modul dengan tube settler : 650 Kemiringan : 60° Diameter : 4 cm Tinggi tube : 1 m</p>
Overflow rate/surface loading rate	3,64 m ³ /m ² .hari	24-32 m ³ /m ² .hari	Tidak sesuai kd	
Solid loading rate	0,55 kg/m ² .hari	164 kg/m ² .hari	Tidak sesuai kd	

Review Proses Bak Pengendap

Uraian	Kondisi eksisting	Kondisi ideal	Keterangan	Rekomendasi
Kontrol kecepatan pengaliran (vsc)	nilai $V_{Sc} > V$ 0,00008 m/s 0,00004 m/s	$V_{sc} > v$	Sesuai kondisi ideal	
Kontrol bilangan Reynold (nre)	108,73	<2000, aliran laminar	Sesuai kondisi ideal	
Froude number	$2,28 \times 10^{-9}$	$> 10^{-5}$	tidak sesuai kondisi ideal	Tube settler dapat membantu menyeimbangkan kecepatan aliran dengan desain tube settler sesuai SNI 6773-2008 spesifikasi: Jumlah modul : 40 modul dengan 400 tube settler Kemiringan : 60° Diameter : 4 cm Tinggi tube : 1 m

Perhitungan lumpur

$$\begin{aligned}\text{Volume lumpur} &= \frac{3,6 \text{ kg/hari}}{1000 \text{ kg/m}^3 \times 6\% \times 1,012} \\ &= 0,06 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

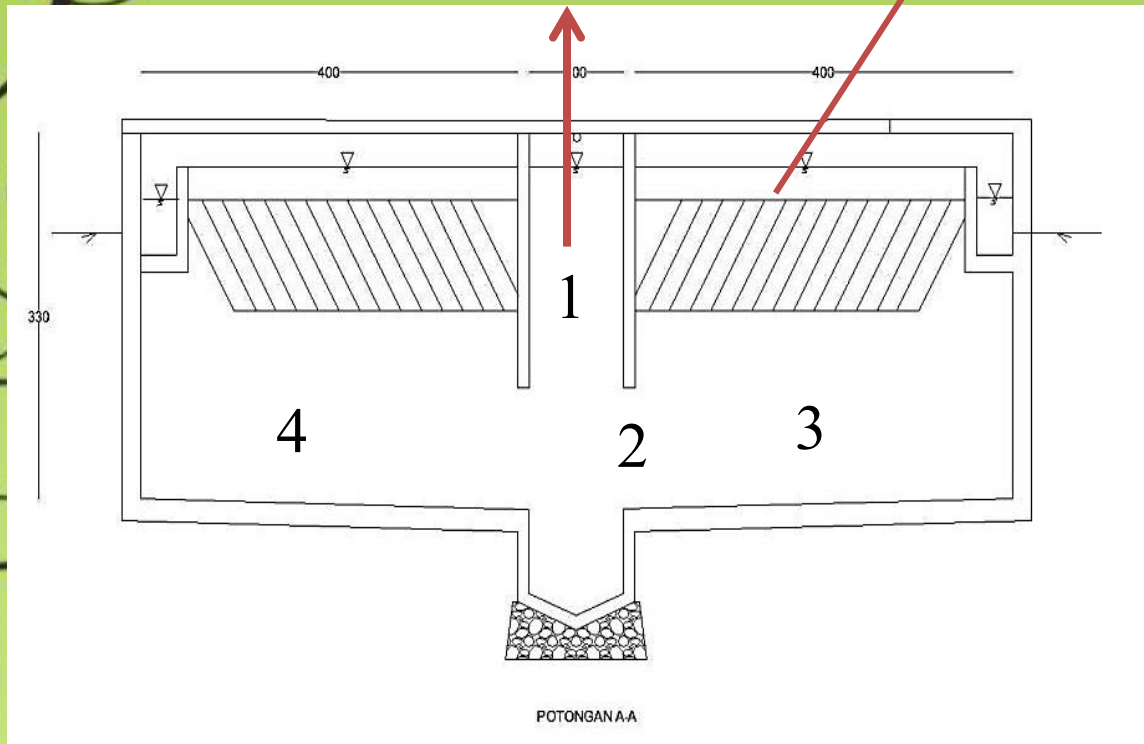
$$\begin{aligned}\text{Volume lumpur resirkulasi} &= 30\% \times 0,06 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,018 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume lumpur yang dibuang} &= 70\% \times 0,06 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,042 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Rekomendasi

a. Modifikasi desain

Zona Inlet Tube Settler



Kondisi 1

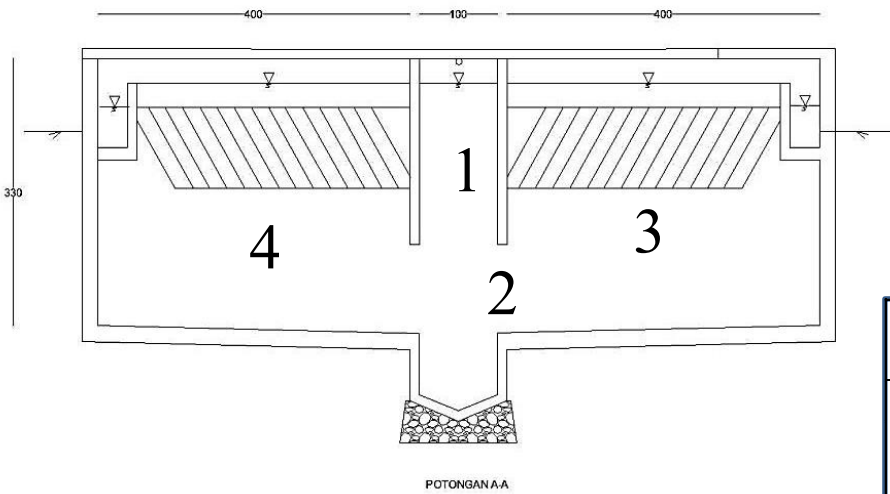
$N_{re} \quad 154 < 2.000$
 $V_{sc} (0,022 \text{ m/s}) > V_s (0,000152 \text{ m/s})$

Kondisi 2

$N_{re} \quad 112,5 < 2.000$
 $V_{sc} (0,000092 \text{ m/s}) > V_s (0,000005 \text{ m/s})$

Kondisi 3=4

$N_{re} \quad 82,65 < 2.000$
 $V_{sc} (0,000092 \text{ m/s}) > V_s (0,000006 \text{ m/s})$



Keterangan

Uraian	Kondisi Eksisting	Modifikasi Desain	Fungsi
Kondisi 1	Tinggi = 3,3 m	Tinggi = 2,3 m	Sebagai zona inlet bak pengendap
	Tidak terdapat pipa influen pengendap	Direncanakan pipa influen pengendap PVC AW 75 mm atau 2 ½"	
Kondisi 2	Tinggi = 3,3 m	Pemotongan tinggi beton 1 m	Memudahkan aliran air dari zona inlet menuju zona pengendapan
Kondisi 3 dan 4	<ul style="list-style-type: none"> Kurangnya ruang pengendapan Desain tube settler 30°, panjang tube 4 m 	<ul style="list-style-type: none"> Memperluas ruang pengendapan Desain tube settler 60° panjang tube 1 m 	Memudahkan proses pengendapan dengan memperbaiki desain tube settler
Slope (kemiringan)	Tidak terdapat slope / kemiringan	Direncanakan slope 2%	Memudahkan partikel yang mengendap memasuki ruang lumpur

- **Perpipaan**

Menurut Metcalf dan Eddy (1991) bahwa pipa lumpur minimal berukuran 100 mm dan kurang dari 200 mm dengan kecepatan pipa antara 1,5 m/s hingga 1,8 m/s.

Pipa penguras lumpur	Pipa resirkulasi lumpur	Pipa menuju SDB
140 mm	140 mm	140 mm

- **Pompa lumpur**

H pompa = 4,4 m

Daya pompa = 2.165 W

= 2,1 KW

Tipe = POMPA WARMAN SERIES XU

- Tube Settler

SNI 6773-2008

Jika kapasitas IPA 1-10 L/detik maka diameter tube settler adalah 4 cm

Lebar tube disesuaikan dengan lebar pengendap

Kemiringan = 60°

Diameter = 40 mm

Tebal = 1 mm

Volume modul 1 = $1,8 \text{ m}^3$

Volume modul 2 = $1,32 \text{ m}^3$

Jumlah modul 1 = 14

Jumlah modul 2 = 19

Modul 1 sesuai spesifikasi terdapat 11 tube settler sehingga terdapat 154 tube settler dan modul 2 terdapat 9 tube settler sehingga terdapat 171 tube settler sehingga total 325 tube settler pada satu bak pengendap. Total untuk 2 bak pengendap membutuhkan 650 tube settler

% removal tube settler kemiringan $60^\circ = 93\%$

TSSc influen bak pengendap $= 0,153 \text{ kg/m}^3$

% removal tube settler $= 93\%$

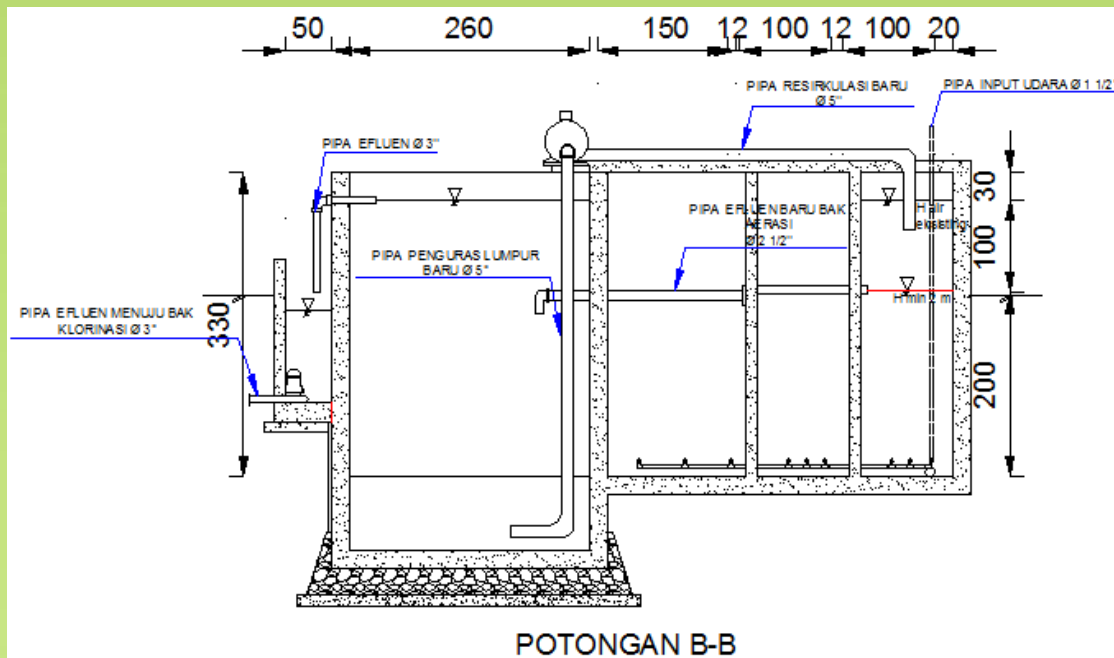
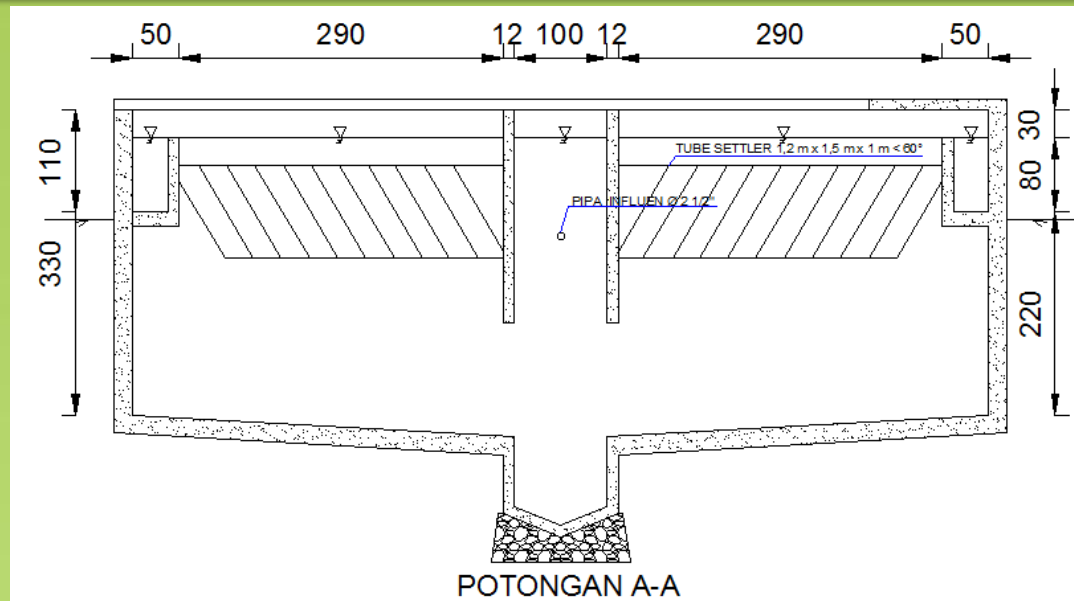
TSSc teremoval $= 0,142 \text{ kg/m}^3$

TSSc efluen $= 0,011 \text{ kg/m}^3$
 $= 11 \text{ mg/l}$ (baku mutu

sebesar 30 mg/L) sudah memenuhi baku mutu.

$$\begin{aligned}\text{Volume lumpur} &= \frac{\text{Massa TSS removal } (\frac{\text{kg}}{\text{hari}})}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \% \text{solid} \times S_g \text{ lumpur}} \\ &= \frac{11,14 \text{ kg/hari}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 6\% \times 1,012} \\ &= 0,183 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

GAMBAR BAK PENGENDAP RENCANA



BAK KLOORINASI

- Proses desinfeksi menggunakan larutan kaporit dengan dosis 5 mg/L
- Larutan kaporit yang ditambahkan sodium hypochloride (NaOCl) dengan kandungan klor aktif 15% sesuai dengan SNI 6774-2008
- pompa dosing yang digunakan dengan spesifikasi :
 - Dosing rate maksimum 3,5 liter/jam
 - Power supply 11 watt



Hasil Review Desain

Uraian	Kondisi eksisting	Kriteria desain	Keterangan	Rekomendasi
Td	25,7 menit	15-45 menit	Sesuai kd	
Vh	0,10 m/menit	2-4,5 m/menit	Tidak sesuai kd sehingga proses mixing antara larutan kaporit dan air limbah kurang homogen	Dibuat terjunan hdirolis dengan tinggi 1,35 m sehingga proses mixing dapat terjadi ketika aliran dalam kondisi turbulen

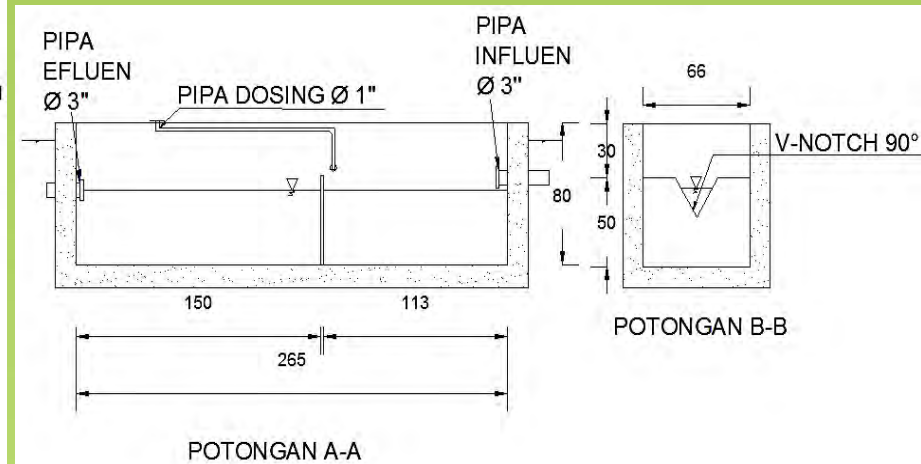
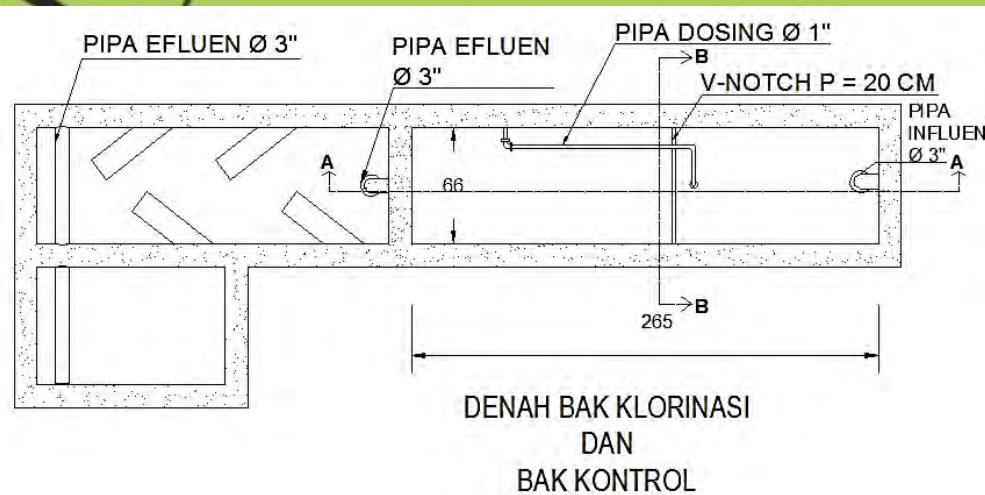
Review Proses Penambahan Larutan Kaporit

Uraian	Kondisi eksisting	SNI 6774-2008	Keterangan
Dosis penambahan larutan kaporit	5 mg/L	5 mg/L	Telah sesuai SNI
Kandungan klor aktif	15%	15%	Telah sesuai SNI
pH	7,81	7 - 8	Telah sesuai SNI

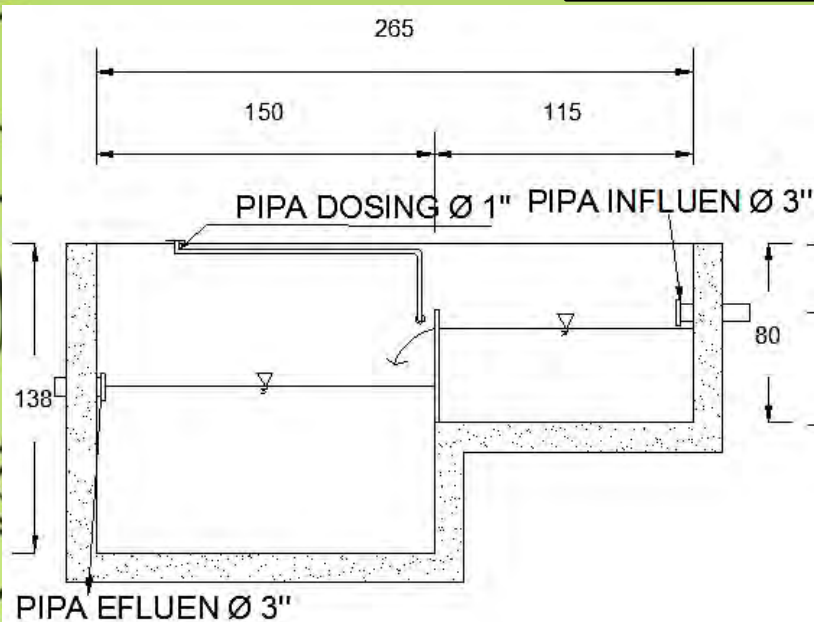
REKOMENDASI

Terjunan untuk mengoptimalkan proses mixing antara kaporit dengan air limbah yang telah diolah berdasarkan hitungan diperoleh $h = 1,35$ m.

Gambar Bak Klorinasi



KONDISI EKSISTING



RENCANA TERJUNAN

BOQ dan RAB

BOQ Operasional

Jenis material	jumlah	satuan	harga satuan (Rp)	Harga total (Rp)	Total biaya (Rp)
Operasional Listrik					
2 Pompa submersible	3000	Watt	Rp 1.109	Rp 4.789.584	
1 Pompa lumpur	2629	watt	Rp 1.109	Rp 2.098.636	
2 Blower	5000	Watt	Rp 1.109	Rp 7.982.640	
1 pompa dosing	11	watt	Rp 1.109	Rp 17.562	
NaOCl	30	kg	Rp 5.000	Rp 150.000	Rp 15.038.422

BOQ Aksesoris

Jenis material	jumlah	satuan	harga satuan (Rp)	Harga total (Rp)	Total biaya (Rp)
Pipa resirkulasi lumpur					
PVC AW 5" dengan panjang 4 m	1	batang	Rp 424.270	Rp 424.270	
Pipa lumpur ke SDB					
PVC AW 5" dengan panjang 8 m	2	batang	Rp 424.270	Rp 848.540	
Pipa penguras lumpur					
PVC AW 5" dengan panjang 4 m	1	batang	Rp 424.270	Rp 424.270	
Tee 5"	1	buah	Rp 64.766	Rp 64.766	
Gate valve	2	buah	Rp 500.000	Rp 1.000.000	
large elbow	3	buah	Rp 64.500	Rp 193.500	
Tube settler bahan PVC	33	modul	Rp 150.000	Rp 4.950.000	
Surface aerator	1	unit	Rp 500.000	Rp 500.000	Rp 25.405.346
Pompa lumpur sentrifugal Warman Horizontal series XU	2	unit	Rp 8.500.000	Rp 17.000.000	

BOQ Konstruksi Bak Equalisasi

	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Harga Total
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
a.	Pembongkaran Dinding Tembok dengan Pembersihan	7,5	m ²	Rp 105.000	Rp 787.500
b.	Pembuatan Bouwplank /Titik	4	Titik	Rp 102.990	Rp 411.960
c.	Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank (UITZET)	5,5	m	Rp 96.450	Rp 530,475
II	PEKERJAAN TANAH				
a.	Penggalian Tanah	6	m ³	Rp 77.250	Rp 463.500
b.	Pengangkutan Tanah dari Lubang Galian	6	m ³	Rp 15.750	Rp 94.500
III	PEKERJAAN BETON				
a.	Pekerjaan pondasi beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	6	m ³	Rp 4.519.009	Rp 27.114.054
b.	Pekerjaan lantai kerja (K 100)	1	m ³	Rp 898.407	Rp 898.407
c.	Pekerjaan Beton K-225	6	m ³	Rp 1.153.439	Rp 6.920.635
IV	FINISHING				
a.	Pemasangan Pipa Air Kotor diameter 1 1/2'	5	m	Rp 21.481	Rp 107.403
b.	Pemasangan Pipa Air Kotor diameter 6'	4	m	Rp 31.461	Rp 125.844
c.	Pemasangan Pompa	1	unit	Rp 8.546.800	Rp 8.546.800

BOQ Konstruksi Bak Klorinasi

	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Harga Total
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
a	Pembongkaran Dinding Tembok dengan Pembersihan	1,5	m ²	Rp 105.000	Rp 157.500
b	Pembuatan Bouwplank / Titik	4	Titik	Rp 28.820	Rp 115.280
c	Tukang	5,5	O.H	Rp 640.000	Rp 3.520.000
II	PEKERJAAN TANAH				
a.	Penggalian Tanah	1,04	m ³	Rp 362.250	Rp 376.740
b.	Pengangkutan Tanah dari Lubang Galian	1,04	m ³	Rp 15.750	Rp 16.380
III	PEKERJAAN BETON				
a.	Pekerjaan pondasi beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	1,74	O.H	Rp4.519.009	Rp 7.863.076
b.	Pekerjaan lantai kerja (K 100)	0,19	O.H	Rp 898.407	Rp 170.697
c.	Pekerjaan Beton K-225	1,74	O.H	Rp1.153.439	Rp 2.006.984
IV	FINISHING				
a.	Pemasangan Pipa Air Kotor diameter 3'	1,5	m	Rp 21.481	Rp 32.221
Total Biaya					Rp 14.258.878

Rekapitulasi BOQ dan RAB

No.	BOQ dan RAB	Harga Total
1	BOQ dan RAB Operasional	Rp 15.038.422
2	BOQ dan RAB Aksesoris	Rp 25.405.346
3	BOQ dan RAB Konstruksi	Rp 60.806.756
Total biaya		Rp 101.250.523

KESIMPULAN

1. Efisiensi kinerja IPAL Rumah Sakit X dalam mendegradasi dan menurunkan kadar organik pada pengolahan lumpur aktif memiliki efisiensi rata-rata pada BOD 26,13%, COD 29%, phospat 13%, amonia 26% dan TSS 64% yang masih dibawah standar efisiensi literatur untuk bahan organik yaitu 85-90% dan TSS 50-65% sehingga hasil evaluasi kinerja IPAL yang telah dilakukan menunjukkan bahwa IPAL Rumah Sakit X tidak efisien dan efektif dalam mengolah air limbah
2. Hasil evaluasi keseluruhan pada sistem IPAL Rumah Sakit X berdasarkan pada efisiensi dan review desain menunjukkan bahwa:
 - Bak equalisasi membutuhkan perluasan dimensi, tidak terdapat mixer atau pengaduk untuk pemeratakan debit dan konsentrasi air limbah yang masuk
 - Bak aerasi tidak terdapat sistem resirkulasi lumpur yang berfungsi untuk mempertahankan nutrien bagi mikroorganisme dan tidak terdapat pipa efluen menuju bak pengendap
 - Bak pengendap membutuhkan modifikasi pada desain bangunan, aplikasi tube settler yang tidak sesuai dengan desain, tidak terdapat pipa lumpur dan pipa resirkulasi lumpur
 - Bak klorinasi masih berpotensi terjadi pengendapan dikarenakan aliran laminar
3. Total BOQ dan RAB yang dibutuhkan untuk perbaikan kinerja IPAL Rumah Sakit X adalah Rp101.250.523,00.

SARAN

1. Berdasarkan rekomendasi diperlukan modifikasi desain dan penambahan sistem resirkulasi lumpur yang secara detail dapat digambarkan melalui rancangan DED (Detailed Engineering Design) yang selanjutnya perlu dilakukan secara detail dan menyeluruh
2. *Sludge drying bed* pada kondisi eksisting seharusnya dapat dimanfaatkan kembali sebagai unit pengolahan lumpur

TERIMA KASIH